

СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ ПО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Область техники.

Изобретение относится к технике сбора данных и связи по распределительным электросетям переменного тока и может быть использовано для низкоскоростного сбора данных с удалённых датчиков (электросчётчики, счётчики расхода воды, тепла и т.п.) и/или управления удалёнными оконечными устройствами (лампы уличного освещения, устройства отключения и проч.).

Предшествующий уровень техники.

Известна система сбора данных по электросети переменного тока (патент США № 6021137, кл. H04J 013/02 от 14.02.1997г.), в которой главный узел системы сбора данных излучает т.н. широкополосный сигнал опроса, одновременно принимаемый и распознаваемый всеми подчинёнными узлами системы, в ответ на который подчинённые узлы начинают поочерёдно передавать свои данные. Основным недостатком данной системы является отсутствие событий символьной синхронизации, единых для всех узлов сети, так что подчинённым узлам приходится непрерывно и в реальном масштабе времени производить сложную цифровую обработку входного напряжений в поисках начального сегмента широкополосного сигнала опроса. Это обстоятельство предъявляет высокие требования к вычислительной

производительности аппаратного обеспечения подчинённых узлов, что существенно усложняет и удорожает их практическую реализацию.

Раскрытие изобретение.

Заявленное изобретение решает задачу создания помехоустойчивой и недорогой системы сбора данных, которая могла бы собирать данные от большого количества подключенных к электросети переменного тока низкоскоростных датчиков, таких как, например, счётчики электроэнергии, расхода воды, тепла и т.п.

Техническим результатом является значительное упрощение внутреннего устройства подчиненных узлов и увеличение помехоустойчивости системы. Указанный технический результат при осуществлении данного изобретения достигается тем, что, каждый узел системы сбора данных имеет в составе своего аппаратного обеспечения компаратор с гистерезисом, причём опорный вход компаратора подключен к первому проводу силовой сети, а сигнальный вход компаратора подключен ко второму проводу силовой сети. Моменты переключения состояния компаратора используются в качестве событий символьной синхронизации, т.е. служат для данного узла сигналом начала передачи или приема очередного бита, либо просто приводят к увеличению на единицу содержимого внутреннего счетчика полупериодов сетевого напряжения данного узла.

Общей характеристикой таких источников информации как счетчики

расхода электроэнергии, тепла, воды, газа и т.п. является очень небольшое количество информации, порождаемой ими в течение суток. Так, например, показания типового одностарифного однофазного электросчётчика, как правило, считываются всего один раз в месяц при расчетах за электричество. Ясно, что средняя скорость, с которой подобный счетчик порождает информацию крайне мала (примерно 6 десятичных цифр в месяц), так что использование обычных средне- и низкоскоростных модемов для силовой сети (со скоростями передачи единицы килобит или даже сотни бит в секунду) для сбора столь медленно меняющихся данных является глубоко излишним и заведомо приведёт к тому, что система сбора данных, построенная на их основе окажется излишне сложной и будет иметь недостаточно высокие показатели помехоустойчивости по сравнению с теоретически возможными. Система сбора данных (фиг.1) состоит из одного главного узла 1 и нескольких подчинённых узлов 2, все узлы системы подключены к электрически одному и тому же сегменту силовой сети 3. Внутреннее устройство главного и подчинённых узлов очень похоже и включает в себя следующие общие элементы: блок защиты и сопряжения сигналов 4, полосовой фильтр 5, аналого-цифровой преобразователь 6, фильтр низкой частоты 7, цифро-аналоговый преобразователь 8, компаратор с гистерезисом 9, вход прерывания 10. Отличие заключается в том, что главный узел системы включает в себя блок памяти 11, блок внешнего интерфейса 12, мощный процессор цифровой обработки сигналов 13 и канал

связи 14, а более простой и дешёвый подчинённый узел целиком выполнен на универсальном микроконтроллере 15, который через канал связи 16 получает от местного датчика данные, предназначенные для передачи в главный узел. Рабочий диапазон частот системы - 20.. . 95 кГц.

Краткое описание фигур чертежей.

На чертежах представлены материалы, поясняющие реализацию системы сбора данных по распределительной электросети переменного тока и образующуюся на её основе систему связи.

На фиг.1 изображена блок-схема системы сбора данных.

На фиг.2 изображена общая структура обмена системы сбора данных.

На фиг.3 представлены подробности способа модуляции сигнала временной синхронизации, излучаемого главным узлом системы.

Варианты осуществления изобретения.

Система сбора данных работает следующим образом (фиг. 1 - 2). Компараторы 9 выделяют моменты, когда сетевое напряжение 17 становится равным нулю 18, формируй, таким образом, практически синхронную для всей системы последовательность меток времени 19, которая служит для целей первичной (битовой) синхронизации узлов друг с другом. Главный узел системы строго периодически излучает длинный синхросигнал 20, который принимается и распознается всеми подчинёнными узлами системы одновременно. Последовательные сигналы синхронизации 20 перемежаются интервалами передачи данных 21, в течение которых главный узел системы

работает только на прием, а подчиненные узлы в режиме разделения времени передают ему свои данные, по одному биту в ответ на каждый сигнал синхронизации, причем подчинённый узел с первым номером передает свои данные 22 в первом же битовом сегменте интервала передачи данных, подчиненный узел со вторым номером передает свои данные 23 во втором битовом сегменте, подчиненный узел с третьим номером передает свои данные 24 в третьем битовом сегменте и так далее. Полная длительность интервала передачи данных выбирается такой, чтобы все подчинённые узлы системы успели передать свой очередной бит данных. Сигнал синхронизации и интервал передачи данных вместе составляют один кадр обмена 25. Для модуляции передаваемого главным узлом системы 1 сигнала синхронизации 20, используется метод модифицированной относительной фазовой модуляции (фиг. 3). Сигнал синхронизации 20 формируется цифровым сигнальным процессором главного узла системы 13 сначала в цифровом виде, затем преобразуется в ступенчатое напряжение в ЦАП 8, сглаживается в фильтре нижних частот 7 и через узел сопряжения 4 подается в силовую сеть 3.

Для модуляции передаваемого главным узлом системы 1 сигнала синхронизации 20, используется метод модифицированной относительной фазовой модуляции (фиг. 3). Сигнал синхронизации состоит при этом из большого количества битовых интервалов, в течение которых главный узел системы передает уникальную 256-битную синхропоследовательность,

причем каждый бит передается в течение одного полупериода сетевого напряжения и кодируется четырьмя, передаваемыми последовательно, отрезками (чипами) синусоидального колебания 26-29, причем передаваемые данные кодируются последовательностью начальных фаз всех четырёх чипов. Логический ноль передается последовательностью начальных фаз $\{0^\circ, 90^\circ, 0^\circ, 90^\circ\}$, а логическая единица - последовательностью $\{0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ\}$. Такой вид модуляции, хотя и является энергетически менее эффективным чем традиционный двухчиповый, имеет то преимущество, что позволяет вдвое сократить вычислительные расходы приёмника на прием и демодуляцию сигнала, т.к., в отличие от традиционной схемы, в данном случае отпадает необходимость в поддержании двух одновременно действующих каналов обработки сигнала - прямого и квадратурного. Расширение спектра синхросигнала достигается путем использования 8-кратного циклического переключения частоты передачи отдельных битов по линейному закону, при этом частоты передачи выбираются таким образом, чтобы они, во-первых, отстояли друг от друга на равные интервалы, а во-вторых, максимально равномерно заполняли бы рабочий диапазон частот системы. Таким образом, первый бит синхросигнала передается на первой, самой низкой и известной всем подчинённым узлам частоте, второй бит - на второй известной всем подчинённым узлам частоте и т.д. до последней самой высокой восьмой частоты, после чего последовательность переключения частот повторяется ещё 31 раз, в результате чего все 256 бит

синхропоследовательности оказываются переданными с использованием практически всего рабочего диапазона частот. Битовый приёмник подчинённого узла работает следующим образом. Сигнал синхронизации из силовой сети 3 проходит через узел сопряжения 4, полосовой фильтр 5, оцифровывается АЦП 6 и считывается микроконтроллером 15 через равные интервалы времени, в точности соответствующие половине периода той частоты, на которую приёмник в данный момент настроен. Далее нечётные выборки АЦП добавляются микроконтроллером к содержимому сигнального аккумулятора, а четные - из него вычитаются. В конце каждого из чипов принимаемого битового сигнала синхронизации содержимое сигнального аккумулятора запоминается, а сам аккумулятор обнуляется. Таким образом, после завершения последнего, четвертого чипа, в памяти микроконтроллера оказываются четыре числа: X_i , Y_i , X_a , Y_2 . Легко видеть, что взятые попарно, эти числа являются проекциями векторного представления сигнала местного гетеродина приёмника (подчинённого узла) на квадратурные оси гетеродина передатчика (главного узла). При этом, если главный узел системы в данном битовом интервале передавал '0', то векторы $\{X_i, Y_i\}$ и $\{X_2, Y_2\}$ будут направлены в одну сторону, а если была передана Т, то в противоположные. Приемник подчинённого узла завершает процесс битовой демодуляции умножением вектора $\{X_i, Y_i\}$ на сопряженный вектор $\{X_2, Y_2\}$ в комплексной плоскости с последующим определением знака реальной части произведения, которая в данном случае будет равна просто $X_i X_a - Y_i Y_2$.

Если вычисленный таким образом знак реальной части произведения положительный - то был передан '0', а если отрицательный - то была передана '1'. Частота, с которой микроконтроллер делает выборки из входного сигнала и которая равна удвоенной частоте принимаемого сигнала, меняется от бита к биту по тому же самому циклическому закону, что и на стороне передатчика главного узла системы. Демодулированные приёмником биты синхросигнала поступают затем в 256-битовый последовательный регистр сдвига типа "первый вошёл - последний вышел", содержимое которого каждый раз после поступления в него очередного бита сравнивается с известной приёмнику синхропоследовательностью, и если количество совпадений превысит определённый, заранее заданный уровень, величина которого выбирается по заданной вероятности ложных тревог в шумах, то приемник считает синхросигнал обнаруженным. При этом для каждого следующего битового интервала приёмник линейно меняет частоту своей настройки (частотная развертка), в соответствии с ожидаемой частотой передачи следующего бита передатчиком главного узла системы. При этом описанный механизм работы приёмника позволяет обнаруживать не только сам синхросигнал, но и факт его модуляции. Например, в простейшем случае главный узел может передавать синхросигнал, соответствующий либо прямой синхропоследовательности, либо инверсной, т.е. такой, в которой все нули заменены единицами и наоборот. В этом случае приёмник одновременно с количеством совпадений P подсчитывает также количество

несовпадений N между содержимым регистром сдвига и известной ему прямой формой синхропоследовательности. Если либо P либо N превышает заранее заданный порог обнаружения, то приёмник считает, что синхропоследовательность была обнаружена и одновременно с этим главный узел передал всем подчинённым узлам бит '0' или '1', соответственно. Приёмник подчинённого узла имеет два основных режима работы - режим поиска синхросигнала и режим соединения. В режим поиска он переходит сразу же после включения питания, главное назначение этого режима заключается в установлении кадрового синхронизма между подчинёнными узлами и главным узлом системы. Собственно сам приёмник подчинённого узла во всех своих режимах работает практически одинаково, разница заключается лишь в том, что в режиме поиска приемник работает непрерывно, периодически меняя начальную фазу своей частотной развертки вплоть до того момента пока она не совпадет с начальной фазой частотной развертки передатчика главного узла и не будет принят первый синхросигнал, после чего передатчик подчинённого узла начинает периодически срабатывать, передавая по одному биту на каждый интервал передачи данных 21, а приёмник подчинённого узла переходит в режим соединения и включается теперь только для того, чтобы подтвердить ожидаемое наличие синхросигнала 20 в начале очередного кадра 25. Свои данные, которые содержат информацию о состоянии удаленного датчика, полученные подчиненным узлом по каналу связи 16, передатчик

подчинённого узла передает в виде пакетов длиной 64 бита, по одному биту в каждом из кадров 25. Пакеты передаются непрерывно, друг за другом без пауз. Для проверки соответствия заявленного изобретения требованию изобретательского уровня был проведен дополнительный поиск известных признаков, совпадающих с отличительными от прототипа заявленного изобретения, результаты которого показывают, что заявленное изобретение не следует для специалиста явным образом из известного уровня техники, так как не известны технические решения, в которых вместо сигнала опроса удаленных датчиков используется необязательно всегда присутствующий сигнал временной синхронизации, излучаемый главным узлом системы или другим, специально выделенным устройством.

Промышленная применимость.

Таким образом, вышеизложенные сведения свидетельствуют о выполнении при использовании заявленного изобретения следующей совокупности условий:

- средство, воплощающее заявленное изобретение при его осуществлении, предназначено для использования в области электросетевой связи, а именно в системах сбора данных от удалённых датчиков;
- для заявленного изобретения в том виде, как оно охарактеризовано в независимом пункте формулы изобретения, подтверждена возможность его осуществления с помощью вышеизложенных в заявке или известных до даты приоритета средств и методов;

- средство, воплощающее заявленное изобретение при его осуществлении, способно обеспечить достижение усматриваемого заявителем технического результата.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система сбора данных по распределительной электросети переменного тока, включающая в себя один главный узел и несколько подчинённых узлов, в которой главный узел излучает синхросигнал заранее известного вида, состоящий из одного или нескольких символов, который одновременно принимается всеми подчинёнными узлами отличающаяся тем, что в качестве событий символьной синхронизации все узлы системы используют моменты пересечения нулевого уровня основной гармоникой силового напряжения электросети, а главный узел излучает вышеуказанный синхросигнал строго периодически, через равные интервалы времени, при этом подчинённый узел с номером N передаёт свои данные в течении N -ного полупериода основного напряжения сети, считая от момента окончания синхросигнала.

2. Система сбора данных по п.1, отличающаяся тем, что в случае временного отсутствия синхросигнала, подчинённые узлы продолжают передавать данные в пределах "своих" полупериодов основного напряжения сети, рассчитывая их временное положение по величине известного им периода излучения синхросигнала.

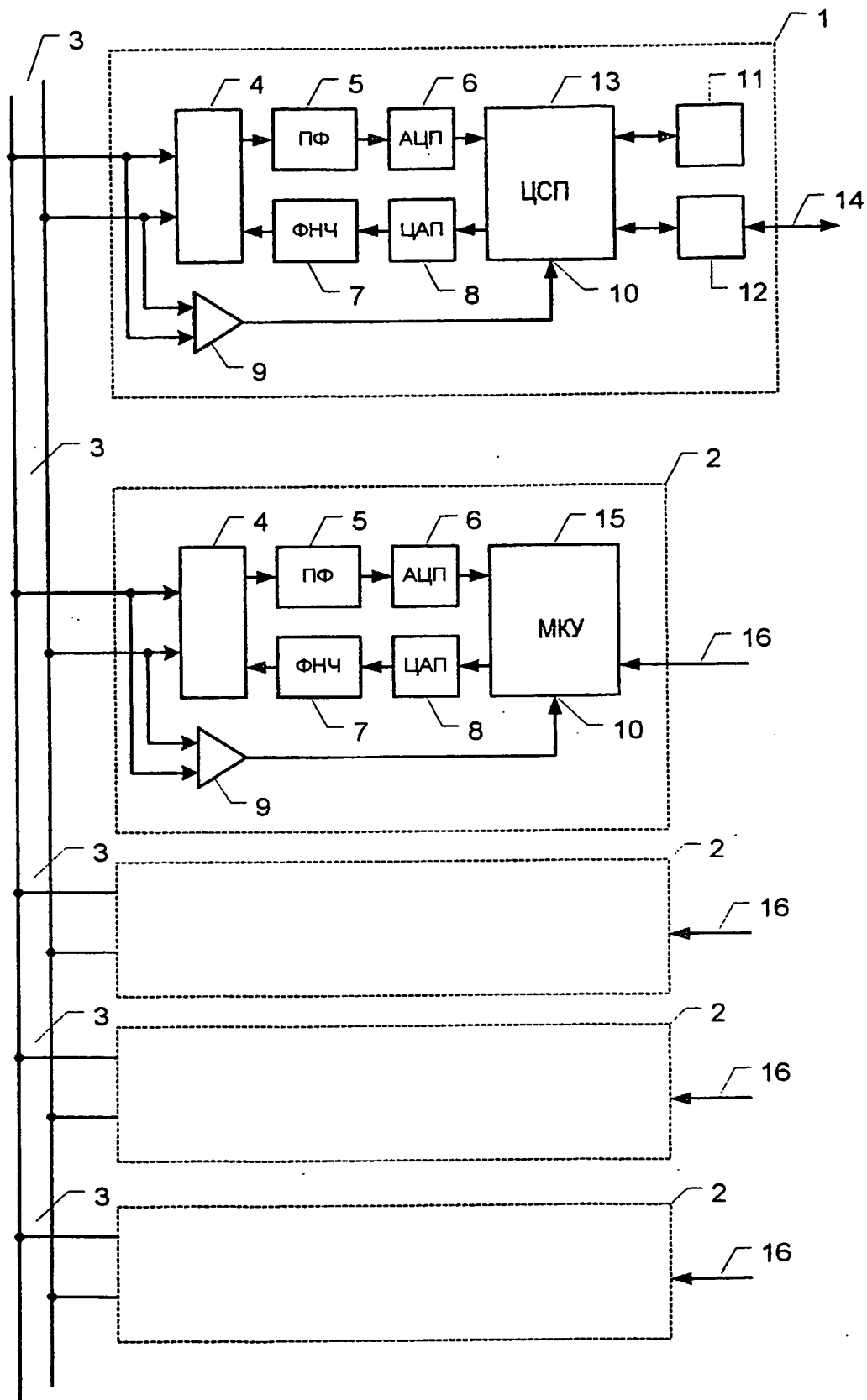
3. Система сбора данных по любому из п.п. 1, 2, отличающаяся тем, что источником синхросигнала является не 'главный узел системы, а отдельное от него устройство.

4. Система сбора данных по любому из п.п. 1, 2, 3, отличающаяся тем,

что синхросигнал подвергают модуляции и используют также для широковещательной передачи данных от главного узла к подчинённым.

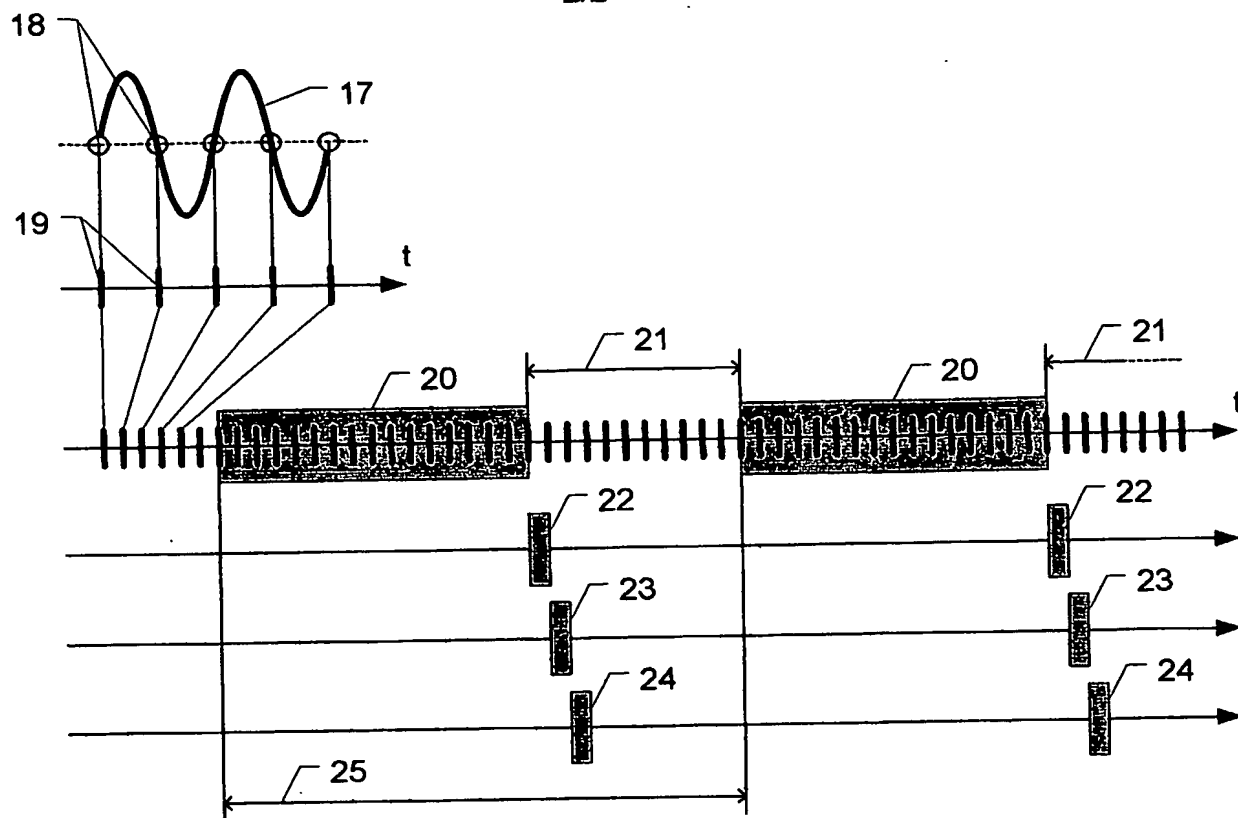
5. Система сбора данных по любому из п.п. 1, 2, 3, отличающаяся тем, что все сигналы, излучаемые главным и подчинёнными узлами, имеют длительность, равную $1/3$ полупериода сетевого напряжения и центрированы относительно моментов пересечения нулевого уровня основной гармоникой силового напряжения электросети.

1/2

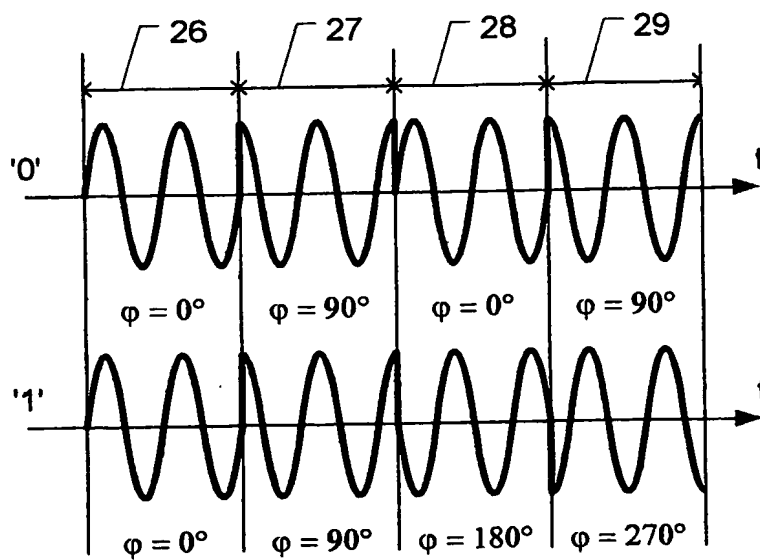


Фиг.1

2/2



Фиг.2



Фиг.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU 2004/000389

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 3/54, G08B 25/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B 3/00, 3/54, G08B 25/00, 25/01, 25/06, H04J 1/00, 4/00, 13/00, 13/02, 13/04, G08B 23/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6021137 A (UNIDEN CORPORATION) 01. 02. 2000	1-5
A	RU 2178951 C1 (MOSKOVSKY GOSUDARSTVENNY AVIATIONNY INSTITUT (TEKHNICHESKY UNIVERSITET et al.) 27. 01. 2002	1-5
A	SU 920798 A (VSESOJUZNY NAUCHNO-ISSEDOVATELSKY INSTITUT PROTIVOPZHARNOI OBORONY) 25. 04. 1982	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

(21. 01. 2005)

Date of mailing of the international search report

(03. 02. 2005)

Name and mailing address of the ISA/

RU

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.